Pages

S.P

مسائل

ميكانيك هندسي - توازن

الفصول :

الهياكل الشبكية

المستوية

هندسة الميكانيك العام

السنة الأولى

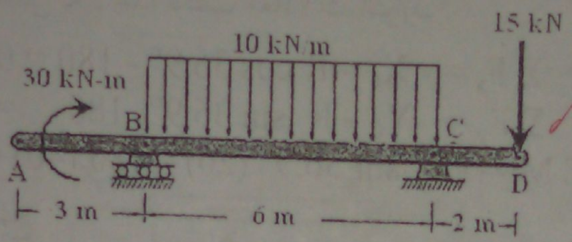
#VivaRBCs

فريق الكريات الحمراء التطوعي

RBCs HAMAK

مسألة رقم (1) :

تخضع الذراع ABCD الموضح في الشكل المجاور لتأثير قوى موزعة ومركزة بالإضافة إلى مزدوجة ، والمطلوب : رسم مخطط الجسم الحر للذراع ABCD ثم حساب ردي فعل المسندين B و C .



الجواب :

$Y_B = 20$ kN (↑) , $X_C = 0$, $Y_C = 55$ kN (↑)

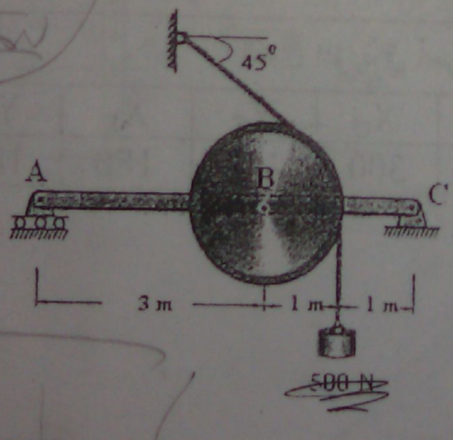
مسألة رقم (2) :

يبين الشكل المجاور عمودا AC مثبت عليه بكرة بواسطة المفصل B . بفرض أن وزن العمود يساوي 200N ووزن البكرة 50N ، المطلوب :

1 - ارسم مخطط الجسم الحر للبكرة .

2- ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ABC .

3- احسب ردود أفعال المفاصل A و B و C .

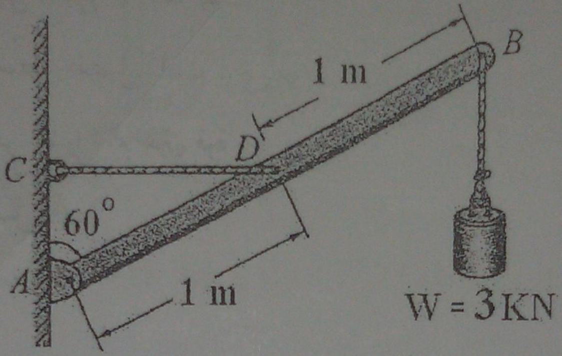


الجواب :

$Y_A = 178$ N (↑) , $X_B = X_C = 354$ N , $Y_B = 196$ N , $Y_C = 218$ N (↑)

مسألة رقم (3) :

يثبّت الذراع AB في النقطة A بواسطة مفصل ثابت ثم يربط مع الحائط بواسطة كبل أفقي CD ثم يُعلّق حملا وزنه W=3 kN كما هو مبين في الشكل المجاور . المطلوب ما يلي : 1- رسم مخطط الجسم الحر للذراع AB .2- حساب قوة الشد المتولدة في الكبل وكذلك رد فعل المسند A .

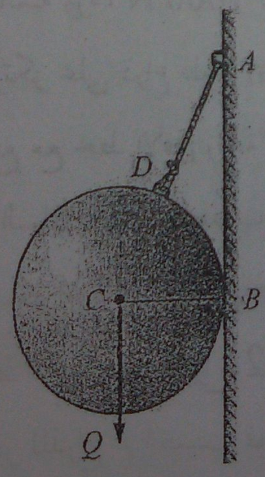


الجواب :

$$T = 10.39\ \text{kN}\ (\leftarrow)\ ,\ X_A = 10.39\ \text{kN}\ (\rightarrow)\ ,\ Y_A = 3\ \text{kN}\ (\uparrow)$$

مسألة رقم (4) :

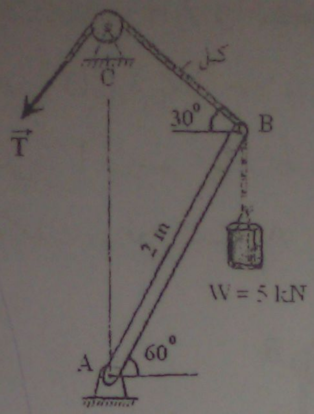
كرة متجانسة وزنها Q=80 N ونصف قطرها 30cm تُربط مع الحائط بواسطة حبل يصنع مع خط الأفق زاوية مقدارها 60° . ارسم مخطط الجسم الحر للكرة ثم احسب قوة الشد المتولدة في الكبل ورد فعل الجدار في النقطة B .



الجواب :

$$T = 92.4\ \text{N}\ ,\ R_B = 46.2\ \text{N}\ (\leftarrow)$$

مسألة رقم (5) :

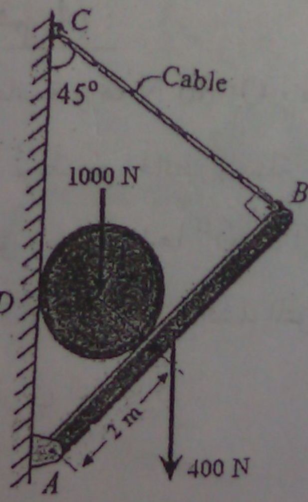


يُعلّق حمل مقداره W=5 kN في الطرف B من الذراع AB بمساعدة سلك يلتف على بكرة عديمة الاحتكاك . تؤثر في نهاية السلك الحرة قوة الشد T للحفاظ على توازن الذراع كما هو مبين في الشكل المجاور . كما يثبت الذراع في النقطةA بواسطة مفصل ثابت .
ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ثم عيّن قوة الشد T ورد فعل المفصل A.

الجواب :

$T = 2.5\ kN\ ,\ X_A = 2.17\ kN\ ,\ Y_A = 3.75\ kN$

مسألة رقم (6) :



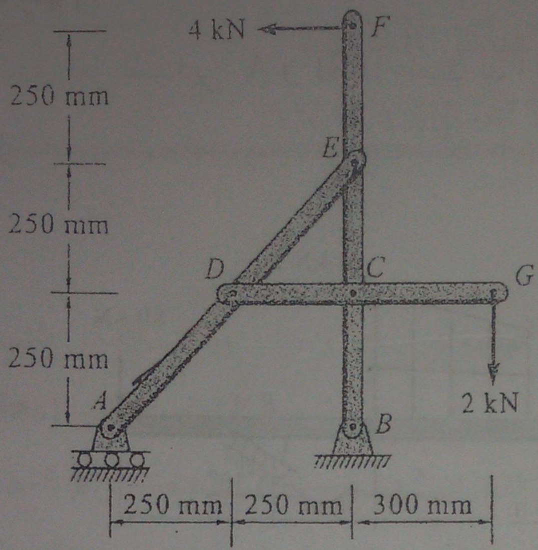
كرة متجانسة وزنها 1000 N تستند إلى جدار أملس وترتكز على ذراع طوله 5m ووزنه 400 N ، كما يصنع مع خط الأفق زاوية مقدارها 45° وذلك بمساعدة السلك BC والمطلوب هو :1-ارسم مخطط الجسم الحر للكرة ثم حدد رد فعل الجدار وقوة ضغط الكرة على الذراع.2-ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ثم احسب قوة الشد الناشئة في السلك .

الجواب :

$R_D = 1000\ N\,(\rightarrow)\ ,\ P = 1414\ N\ ,\ T = 707\ N$

مسألة رقم (7) :

إطار مؤلف من ثلاثة أعضاء مرتبطة فيما بينها بواسطة مفاصل. يخضع هذا الإطار لتأثير قوتين خارجيتين كما هو مبين في الشكل. عيّن ردود الأفعال في النقاط A و B و C و D .

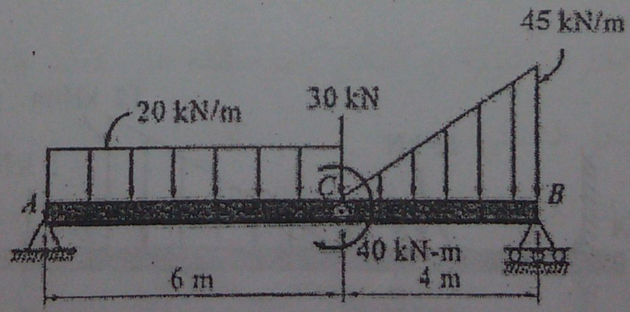


الجواب :

$R_A = 4.8$ kN , $R_B = 4.88$ kN , $R_C = 12.78$ kN , $R_D = 12.24$ kN

مسألة رقم (8) :

يرتكز الذراع AB الموضح في الشكل المجاور على مسندين احدهما مفصلي ثابت والآخر متحرك ويخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل . احسب ردي فعل المسندين A و B .

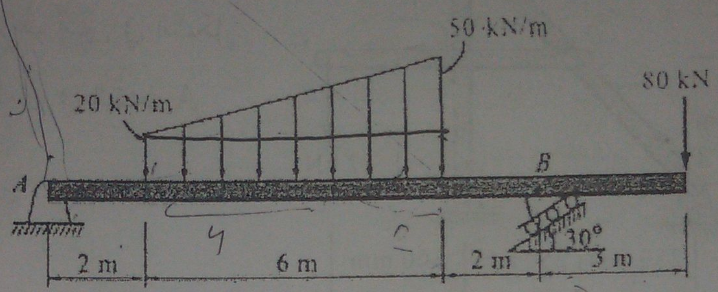


الجواب :

$X_A = 0$, $Y_A = 104$ kN (↑), , $R_B = 136$ kN (↑)

مسألة رقم (9) :

اوجد ردي فعل المسندين A و B إذا علمت أن الجائز يخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل .

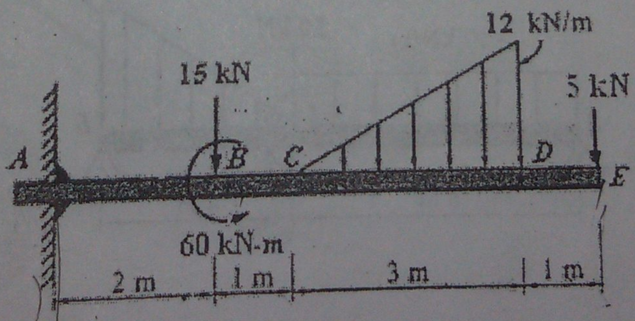


الجواب :

$X_A = 126$ kN (→) , $Y_A = 72$ kN (↑) , $R_B = 252$ kN

مسألة رقم (10) :

يُثبّت الذراع AE بشكل صلب ومن طرف واحد في الجدار ويخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل . احسب رد الفعل في نقطة التثبيت A .

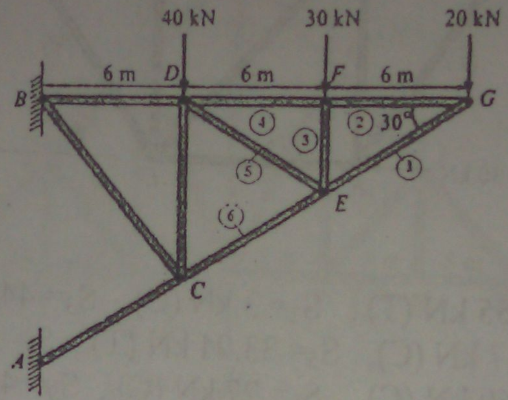


الجواب :

$X_A = 0$, $Y_A = 38$ kN (↑) , $M_A = 95$ kN-m (↶)

مسألة رقم (1) :

يخضع الهيكل الشبكي الموضح في الشكل لتأثير ثلاث قوى خارجية . احسب القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3,4,5,6) بطريقة فصل العقد.

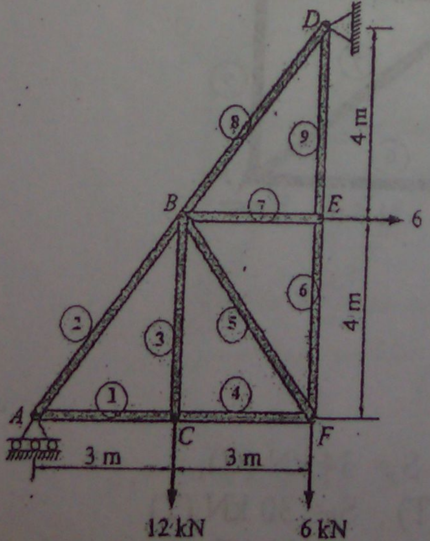


الجواب :

S_1= 40 kN (C) , S_2= 34.64 kN (T), S_3= 30 kN (C), S_4= 34.64 kN (T), S_5= 30 kN (T) , S_6= 70 kN (C)

مسألة رقم (2) :

احسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في جميع قضبان الهيكل المبين في الشكل .

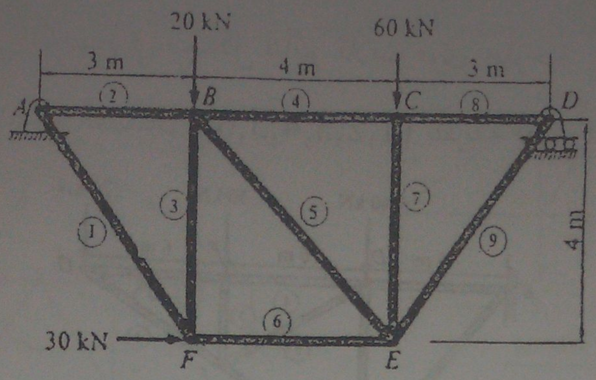


الجواب :

S_1= 7.5 kN (T) , S_2= 12.5 kN (C), S_3= 12 kN (T), S_4= 7.5 kN (T), S_5= 12.5 kN (C) , S_6= 16 kN (T) S_7= 6 kN (T) , S_8= 10 kN (C) S_9= 16 kN (T)

مسألة رقم (3) :

احسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في جميع قضبان الهيكل المبين في الشكل .

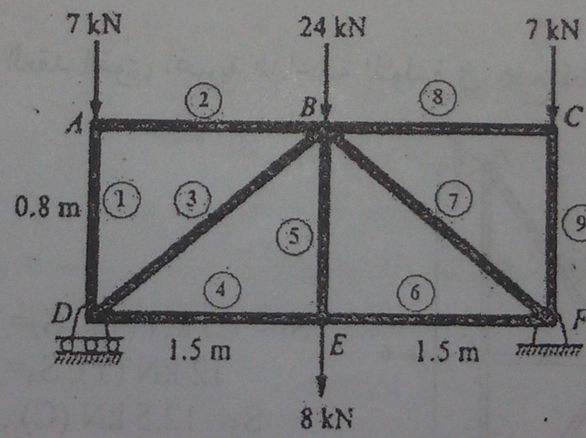


الجواب :

S_1= 55 kN (T) , S_2= 3 kN (C), S_3= 44 kN (C),
S_4= 27 kN (C), S_5= 33.94 kN (T) , S_6= 3 kN (T)
S_7= 60 kN (C), S_8= 27 kN (C) , S_9= 45 kN (T)

مسألة رقم (4) :

احسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في جميع قضبان الهيكل المبين في الشكل .

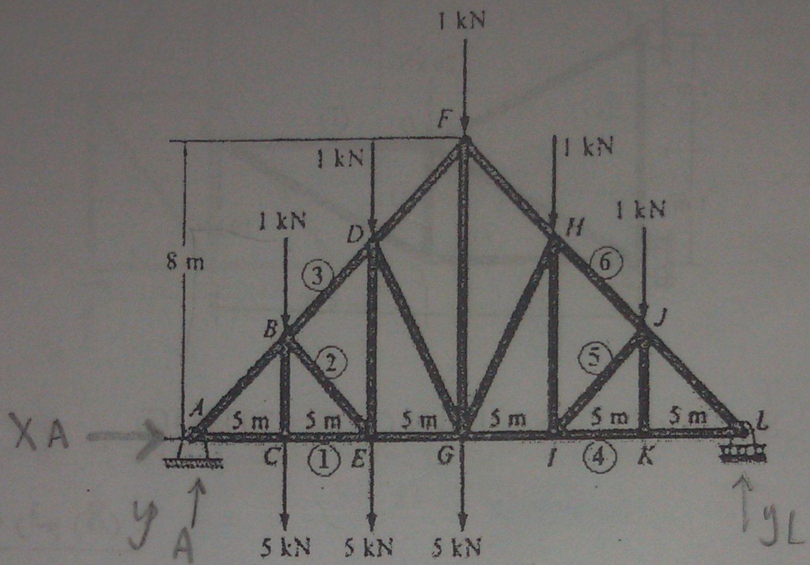


الجواب :

S_1= 7 kN (C) , S_2= 0 , S_3= 34 kN (C),
S_4= 30 kN (T), S_5= 8 kN (T) , S_6= 30 kN (T)
S_7= 34 kN (C), S_8= 0, S_9= 7 kN (C)

مسألة رقم (5) :

اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3,4,5,6) من الهيكل المبين في الشكل .

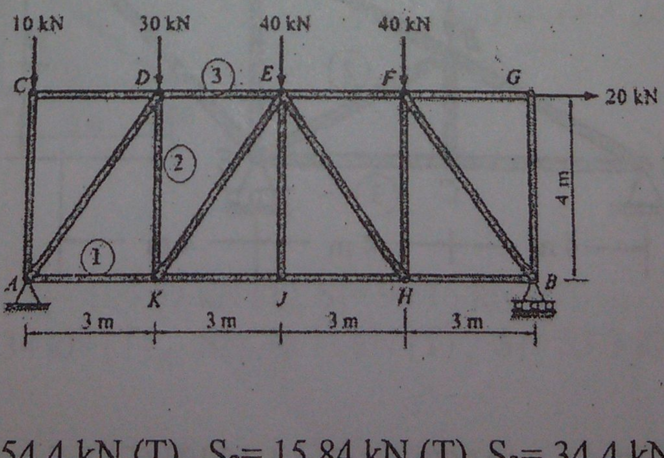


الجواب :

S_1= 23.44 kN (T) , S_2= 6.38 kN (C), S_3= 20.19 kN (C), S_4= 14.06 kN (T),
S_5= 1.07 kN (C) , S_6= 14.88 kN (C)

مسألة رقم (6) :

اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من الهيكل المبين في الشكل.

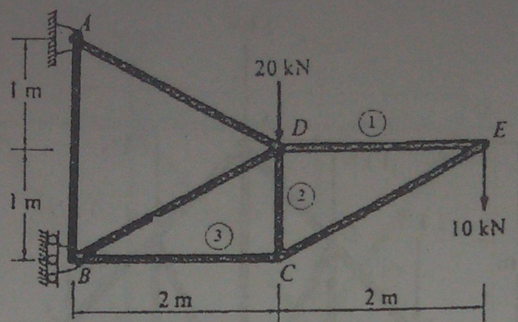


الجواب :

S_1= 54.4 kN (T) , S_2= 15.84 kN (T), S_3= 34.4 kN (C

مسألة رقم (7) :

اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من الهيكل المبين في الشكل .

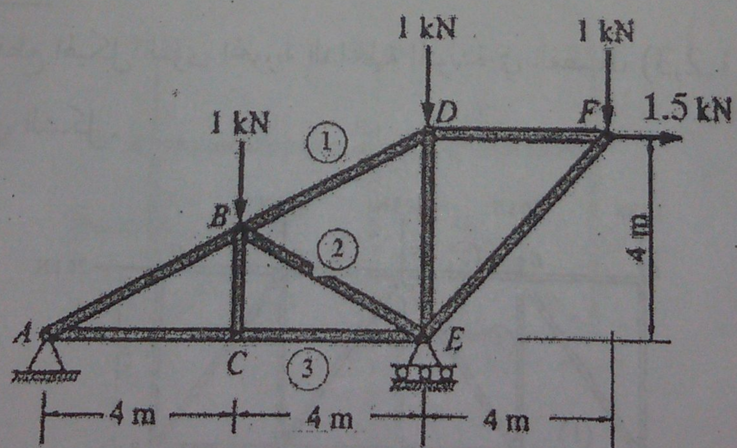


الجواب :

S_1= 20 kN (T) , S_2= 10 kN (T), S_3= 20 kN (C)

مسألة رقم (8) :

اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من الهيكل المبين في الشكل .



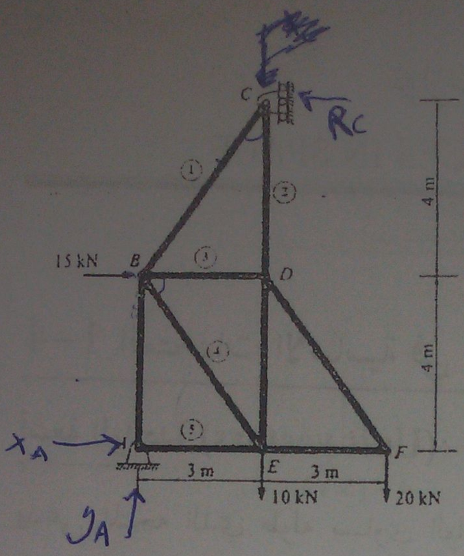
الجواب :

S_1= 2.8 kN (T) , S_2= 1.12 kN (C), S_3= 0

مسألة رقم (9) :

1) اوجد بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضيبين (1,2) من الهيكل المبين في الشكل .

2) اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (3,4,5) من الهيكل .



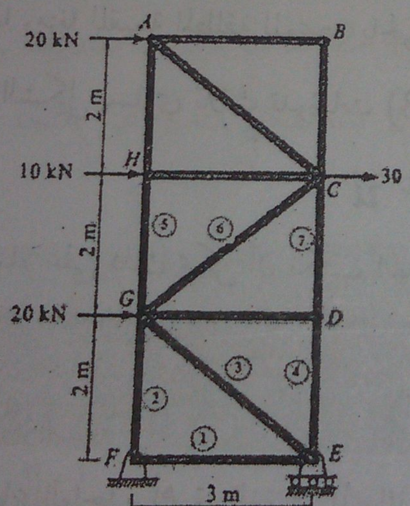
الجواب :

S_1= 43.75 kN (C) , S_2= 35 kN (T), S_3= 15 kN (T), S_4= 6.25 kN (C), S_5= 11.25 kN (C).

مسألة رقم (10) :

1) اوجد بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3,4) من الهيكل المبين في الشكل .

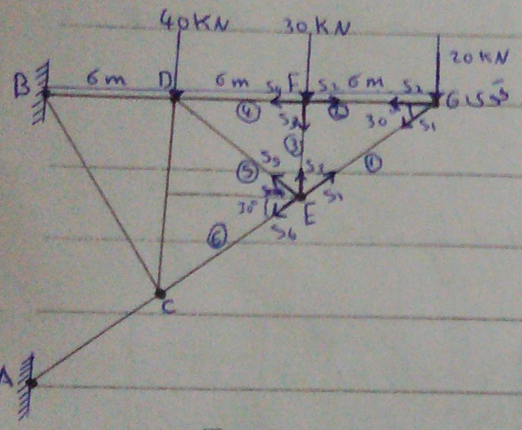
2) اوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (5,6,7) من الهيكل .



الجواب :

S_1= 80 kN (T) , S_2= 106.67 kN (T), S_3= 96.15 kN (C), S_4= 53.3 kN (C), S_5= 13.34 kN (T) , S_6= 72.11 kN (T) , S_7= 53.3 kN (C).

المسألة الأولى:



يخضع الهيكل الشبكي الموضح في الشكل لتأثير ثلاث قوى خارجية المطلوب: احسب القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1، 2، 3، 4، 5، 6) بطريقة فصل العقد.

الحل: نحسب ردود أفعال العقد:

العقدة G:

$\sum F_x = -S_2 - S_1 \cos 30 = 0 \Rightarrow S_2 = -S_1 \cos 30 \quad I$

$\sum F_y = -20 - S_1 \sin 30 = 0 \Rightarrow S_1 = -20 \times 2 = -40\ KN$

لإيجاد S_2 نعوض في المعادلة I: $S_2 = +40 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = +20 \times \sqrt{3} = 34,64\ KN$

العقدة F:

$\sum F_x = -S_4 + S_2 = 0 \Rightarrow S_2 = S_4 = 34,64\ KN$

$\sum F_y = -S_3 - 30 = 0 \Rightarrow S_3 = -30\ KN$

العقدة E:

$\sum F_x = S_1 \cos 30 - S_5 \cos 30 - S_6 \cos 30 = 0$

$S_5 = S_1 - S_6 \Rightarrow S_5 = -40 - S_6 \quad II$

$\sum F_y = S_3 + S_1 \cos 60 + S_5 \cos 60 - S_6 \cos 60 = 0 \Rightarrow$ نعوض S_5 بدلالة S_6

$-30 - 40 \times \frac{1}{2} + (-40 - S_6)\frac{1}{2} - S_6 \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow (-30 - 20 - 20 - \frac{1}{2} S_6)\frac{1}{2} - S_6 \frac{1}{2} = 0$

$\Rightarrow S_6 = -30 - 40 = ~~30~kN~~ -70~kN$

لإيجاد S_5 نعوض في II :

$S_5 = -40 + 70 = 30~KN$

القوة	S_1 40 KN	S_2 34,64 KN	S_3 30 KN	S_4 34,64 KN	S_5 30 KN	S_6 70 KN	—	—	—
الجهة	عكس	الجهة صحيحة	عكس	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	عكس	—	—	—
الحالة	ضغط C	شد T	ضغط C	شد T	شد T	ضغط C	—	—	—

* ——— * ——— *

المسألة الثانية :

احسب بطريقة فصل العقد القوى الداخلية

المتولدة في قضبان الهيكل .

نحسب ردود افعال المساند (المتحرك والثابت)

$\sum F_x = X_D + 6 = 0 \Rightarrow X_D = -6\ kN$

$\sum F_y = Y_D + R_A - 12 - 6 = 0 \Rightarrow Y_D = -R_A + 18 \quad I$

$\sum M_{(D)} = -R_A(6) + 12(3) + 6(4) = 0 \Rightarrow R_A = 10\ kN$

نعوض في I لايجاد Y_D:

$\Rightarrow Y_D = -R_A + 18 = -10 + 18 = 8\ kN$

$\sin\alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{4}{5}$

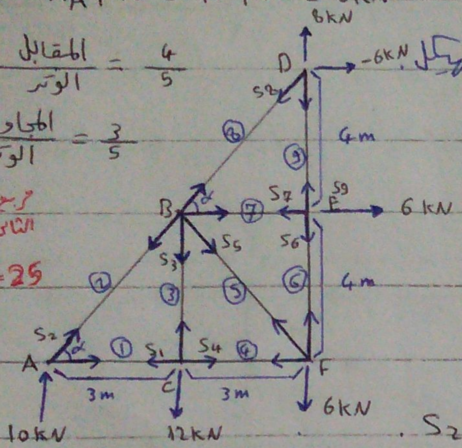
$\cos\alpha = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{3}{5}$

الوتر = مربع الأول + مربع الثاني (فيثاغورث)

$= 16 + 9 = 25$

$\sqrt{25} = 5$

نرسم مخطط الجسم الحر لكل عقدة من عقد الهيكل:



العقدة A:

$\sum F_x = S_1 + S_2 \cos\alpha = 0 \Rightarrow$

$S_1 = -S_2 \cos\alpha \quad II$

$\sum F_y = R_A + S_2 \sin\alpha = 0 \Rightarrow$

$S_2 = -10 \times \frac{5}{4} = \frac{-50}{4} = -12{,}5\ kN$

لايجاد S_1 نعوض S_2 في المعادلة II:

$S_1 = -(-12{,}5) \times \frac{3}{5} = +7{,}5\ kN$

العقدة C:

$\sum F_x = -S_1 + S_4 = 0 \Rightarrow S_4 = S_1 = 7{,}5\ kN$

$\sum F_y = S_3 - 12 = 0 \Rightarrow S_3 = 12\ kN$

العقدة F:

$\sum F_x = -S_4 - S_5 \cos\alpha = 0 \Rightarrow S_5 = -7{,}5 \times \frac{5}{3} = -12{,}5\ kN$

$\sum F_y = S_6 + S_5 \sin\alpha - 6 = 0 \Rightarrow S_6 = -S_5 \sin\alpha + 6 \Rightarrow S_6 = 12{,}5 \times \frac{4}{5} + 6 = 16\ kN$

العقدة E:

$\sum F_x = -S_7 + 6 = 0 \Rightarrow S_7 = 6\ kN$

$\sum F_y = -S_6 + S_9 = 0 \Rightarrow S_9 = S_6 = 16\ kN$

العقدة D:

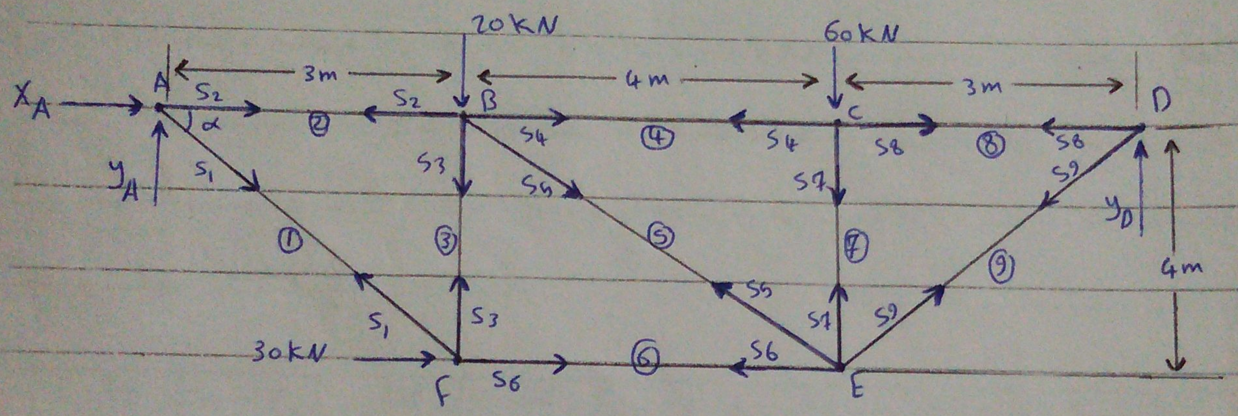
$\sum F_x = X_D - S_8 \cos\alpha = 0 \Rightarrow S_8 = \frac{X_D}{\cos\alpha} = \frac{-6}{\frac{3}{5}} = -10\ kN$

القوة	S_1 7,5 KN	S_2 12,5 KN	S_3 12 KN	S_4 7,5 KN	S_5 12,5 KN	S_6 16 KN	S_7 6 KN	S_8 10 KN	S_9 16 KN
الجهة	الجهة صحيحة	عكس	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	عكس	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	عكس	الجهة صحيحة
الحالة	شد T	ضغط C	شد T	شد T	ضغط C	شد T	شد T	ضغط C	شد T

* * *

المسألة الثالثة:

احسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في جميع قضبان الهيكل المبين في الشكل



الحل: نحسب ردود أفعال المساند (المتحرك والثابت).

$$\sum F_x = X_A + 30 = 0 \Rightarrow X_A = -30\ KN$$

$$\sum F_y = Y_A + Y_D - 20 - 60 = 0 \Rightarrow Y_A = 80 - Y_D \quad I$$

$$\sum M_{(A)} = -20(3) - 60(7) + Y_D(10) + 30(4) = 0 \Rightarrow Y_D = 6 + 42 - 12 = 36\ KN$$

لإيجاد Y_A نعوض في I:

$$Y_A = 80 - 36 = 44\ KN$$

ثانياً: نحسب القوى الداخلية المتولدة في القضبان:

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$, $\cos\alpha = \frac{3}{5}$

العقدة A:

$$\sum F_x = S_2 + X_A + S_1\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_2 = 30 - S_1\cos\alpha \quad II$$

$$\sum F_y = Y_A - S_1\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_1 = 44 \times \frac{5}{4} \Rightarrow S_1 = 55\ KN$$

لايجاد S_2 نعوض في المعادلة II : $S_2 = 30 - 55\times\frac{3}{5} = -3\,kN$

العقدة F : $\sum F_x = 30 + S_6 - S_1\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_6 = S_1\cos\alpha - 30$

$\Rightarrow S_6 = 55\times\frac{3}{5} - 30 = 3\,kN$

$\sum F_y = S_3 + S_1\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_3 = -S_1\sin\alpha \Rightarrow S_3 = -55\times\frac{4}{5} = -44\,kN$

العقدة B : $\sum F_x = S_4 - S_2 + S_5\sin 45 = 0 \Rightarrow S_4 = S_2 - S_5\sin 45$ III

$\sum F_y = -20 - S_3 - S_5\cos 45 = 0 \Rightarrow S_5 = \frac{-20+44}{\cos 45} = 24\sqrt{2} = 33{,}94\,kN$

لايجاد S_4 نعوض في المعادلة III : $S_4 = -3 - 24 = -27\,kN$

العقدة C : $\sum F_x = -S_4 + S_8 = 0 \Rightarrow S_8 = S_4 = -27\,kN$

$\sum F_y = -60 - S_7 = 0 \Rightarrow S_7 = -60\,kN$

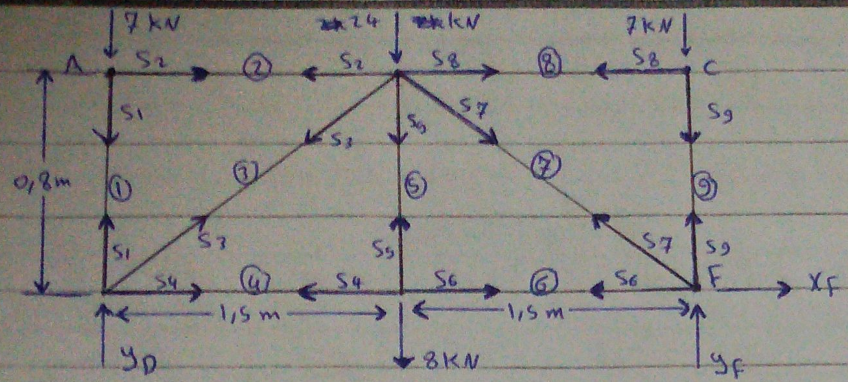
العقدة D : $\sum F_x = -S_8 - S_9\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_9 = -S_8\times\frac{1}{\cos\alpha} \Rightarrow$

$S_9 = 27\times\frac{5}{3} = 45\,kN$

القوة	S_1 7 kN	S_2 0	S_3 34 kN	S_4 30 kN	S_5 8 kN	S_6 30 kN	S_7 34 kN	S_8 0	S_9 7 kN
الجهة	عكس	—	عكس	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	عكس	—	عكس
الحالة	ضغط C	—	ضغط C	شد T	شد T	شد T	ضغط C	—	ضغط C

المسألة الرابعة :

احسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في جميع قضبان الهيكل المبين بالشكل



الحل: * أولاً نحسب ردود أفعال المساند (المتحرك والثابت).

$\sum F_x = X_F \Rightarrow X_F = 0\ KN$

$\sum F_y = y_D + y_F - 7 - 24 - 7 - 8 = 0 \Rightarrow y_F = 46 - y_D$ I

$\sum M_{(F)} = 8(1.5) + 24(1.5) + 7(3) - y_D(3) = 0 \Rightarrow y_D = \frac{46}{2} = 23\ KN$

لإيجاد y_F نعوض في المعادلة I :

$y_F = 46 - 23 = 23\ KN$

* ثانياً نحسب القوى الداخلية المتولدة في القضبان:

$\sin\alpha = \frac{0.8}{1.7}$ ، $\cos\alpha = \frac{1.5}{1.7} = \frac{15}{17}$

(1,7 طول الوتر (احسبه فيثاغورث))

العقدة A :

$\sum F_x = S_2 = 0 \Rightarrow S_2 = 0\ KN$ ،

$\sum F_y = -7 - S_1 = 0 \Rightarrow S_1 = -7\ KN$

العقدة D :

$\sum F_x = S_4 + S_3\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_4 = -S_3\cos\alpha$ II

$\sum F_y = S_1 + y_D + S_3\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_3 = \frac{7 - 23}{\sin\alpha} = \frac{-16}{\frac{8}{17}} \Rightarrow$

$S_3 = -16 \times \frac{17}{8} = -34\ KN$

لإيجاد S_4 نعوض في المعادلة II :

$S_4 = -S_3\cos\alpha = +34 \times \frac{15}{17} = 30\ KN$

العقدة E :

$\sum F_x = S_6 - S_4 = 0 \Rightarrow S_6 = S_4 = 30\ KN$

$\sum F_y = S_5 - 8 = 0 \Rightarrow S_5 = 8\ KN$

العقدة F :

$\sum F_x = X_F - S_6 - S_7\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_7 = \frac{-30 - 0}{\cos\alpha} = \frac{-30}{\frac{15}{17}} = \frac{-30}{15} \times 17 = -34\ KN$

$\sum F_y = y_f + S_9 + S_7 \sin\alpha = 0 \Rightarrow S_9 = -23 + 34 \times \frac{8}{17} = -7\ KN$

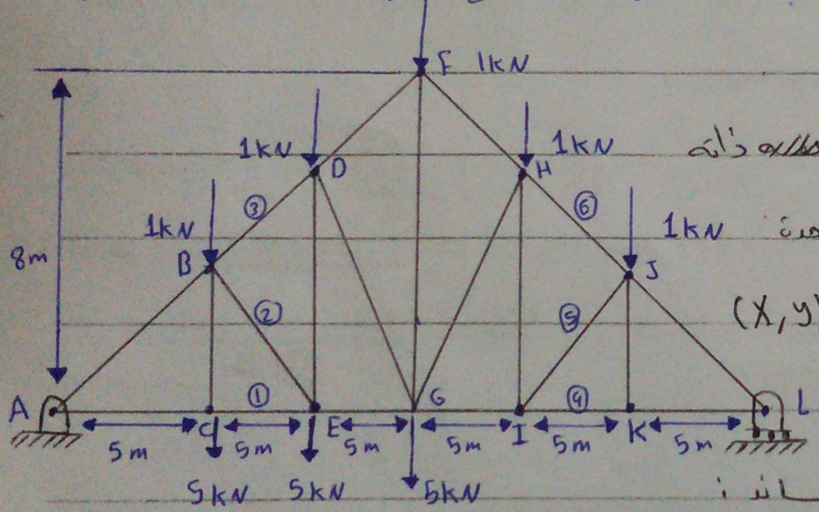
العقدة c: $\sum F_x = S_8 = 0\ KN$ ، $\sum F_y = -S_9 - 7 = 0 \Rightarrow S_9 = -7\ KN$

الجدول الأخير

القوة	$S_1 =$ 55 kN	$S_2 =$ 3 kN	$S_3 =$ 44 kN	$S_4 =$ 27 kN	$S_5 =$ 33,94 kN	$S_6 =$ 3 kN	$S_7 =$ 60 kN	$S_8 =$ 27 kN	$S_9 =$ 45 kN
الجهة	عكس	–	عكس	الجهة صحيحة	الجهة صحيحة	عكس	عكس	عكس	الجهة صحيحة
الحالة	ضغط c	–	ضغط c	شد T	شد T	ضغط c	ضغط c	ضغط c	شد T

المسألة الخامسة:

أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1،2،3،4،5،6) من الهيكل المبين في الشكل



لرسم مخطط الجسم الحر: نرسم الشكل ذاته ولكن بتبديل المساند بمركباتها (مركبة واحدة على محور y للمسند المتحرك و (X, Y) للمسند الثابت A)

الحل: نحسب أولاً ردود أفعال المساند:

$\sum F_x = X_A = 0$ ، $\sum F_y = y_A + R_L - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 5 - 5 - 5 = 0 \Rightarrow$

$y_A = -R_L + 20$ I ، $\sum M_{(A)} = -1(5) - 1(10) - 1(15) - 1(20) - 1(25) - 5(5) - 5(10)$

$-5(15) + R_L(30) = 0 \Rightarrow R_L = \frac{5+10+15+20+25+25+50+75}{30} = \frac{225}{30} = 7,25\ KN$

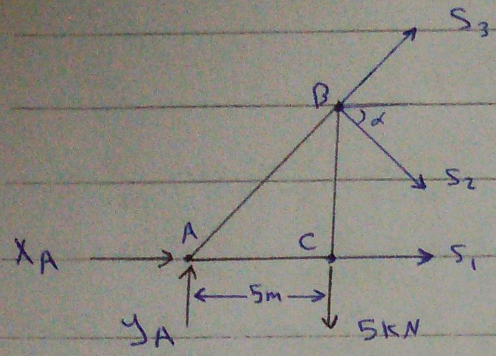
لإيجاد y_A نعوض في I : $y_A = -7,5 + 20 = 12,5\ KN$

ثانياً: نحدث قطع وهمي في القضبان 1 و 2 و 3.

نحسب القوى الداخلية S_1 و S_2 و S_3

المتولدة في القضبان (ما نأخذ الجزء الأيسر

لسهولة الحل). أولاً نحسب AF



$$AF = \sqrt{AG^2 + GF^2} = \sqrt{64 + 225} = 16{,}85\ m$$

$$\cos\alpha = \frac{15}{16{,}85} \simeq 0{,}890$$

$$\sin\alpha = \frac{8}{16{,}85} \simeq 0{,}474 \Rightarrow \alpha \simeq 28^\circ$$

$$\sum F_x = S_1 + S_2\cos\alpha + S_3\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_2 = \frac{-S_1 - S_3\cos\alpha}{\cos\alpha} \quad \text{II}$$

$$\sum F_y = Y_A - 5 - 1 + S_3\sin\alpha - S_2\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_2 = \frac{S_3\sin\alpha - 6 + 12{,}5}{\sin\alpha} \quad \text{III}$$

$$\sum M_{(B)} = S_1\, tg\,\alpha\,(5) - Y_A(5) = 0 \Rightarrow S_1 = \frac{12{,}5(5)}{tg\,\alpha\,(5)} = \frac{12{,}5}{0{,}53} \simeq 23{,}44\ KN$$

لإيجاد S_3 نقوم بمساواة المعادلتين II و III مع تعويض قيمة S_1 :

$$S_3\frac{\sin\alpha}{\sin\alpha} - \frac{6{,}5}{\sin\alpha} = \frac{-23{,}44}{\cos\alpha} - S_3\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow S_3 + S_3 = \frac{-23{,}44}{\cos\alpha} + \frac{6{,}5}{\sin\alpha}$$

$$2S_3 = -26{,}33 + 13{,}71 = -12{,}62 \Rightarrow S_3 = -6{,}31 \simeq -6{,}38\ KN$$

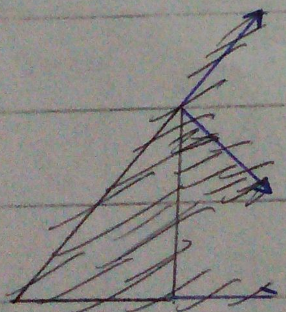
لإيجاد S_2 نعوض في المعادلة II :

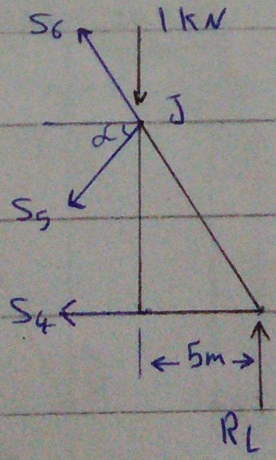
$$S_2 = \frac{-23{,}44 + 6{,}38 \times 0{,}890}{0{,}890} = -26{,}33 + 6{,}38$$

$$= 20{,}19\ KN$$

* نحسب القوى الداخلية S_4 و S_5 و S_6 المتولدة في القضبان 4 و 5 ، 6

نأخذ الجزء الأيمن





$$\sum F_x = -S_4 - S_5\cos\alpha - S_6\cos\alpha = 0$$

$$S_5 = \frac{-S_4 - S_6\cos\alpha}{\cos\alpha} \quad \text{IV}$$

$$\sum F_y = R_L - 1 + S_6\sin\alpha - S_5\sin\alpha = 0$$

$$S_5 = \frac{6{,}5 + S_6\sin\alpha}{\sin\alpha} \quad \text{V}$$

$$\Sigma M_{(J)} = -S_4\, tg\alpha (5) + R_L (5) = 0 \Rightarrow S_4 = \frac{+R_L(5)}{tg\alpha (5)} = \frac{+7,5}{tg\alpha} = \frac{-7,5}{0,53} = +14,15\ kN$$

$$\simeq 14,06\ kN$$

لايجاد S_6 نقوم بمساواة المعادلتين V و IV :

$$\frac{-S_4}{\cos\alpha} - S_6 \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{6,5}{\sin\alpha} + S_6 \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow 2S_6 = \frac{S_4}{\cos\alpha} + \frac{6,5}{\sin\alpha} \Rightarrow$$

$$2S_6 = \frac{+14,06}{0,890} - \frac{6,5}{0,474} \Rightarrow 2S_6 = -15,797 - 13,71 \Rightarrow S_6 = -14,75\ kN \simeq -14,88\ kN$$

لايجاد S_5 نعوض في المعادلة V : $S_5 = \frac{6,5}{\sin\alpha} + S_6 \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow S_5 = \frac{6,5}{0,474} - 14,88$

$$\Rightarrow S_5 = +13,71 - 14,88 = -1,17\ kN \simeq -1,07\ kN$$

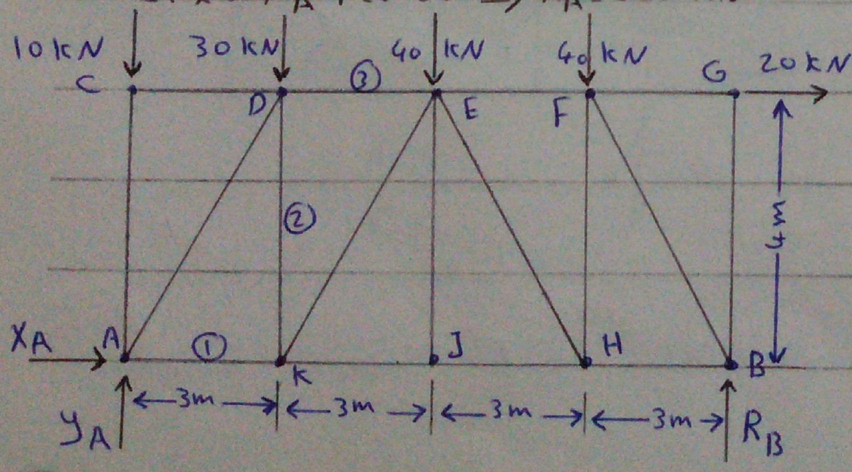
القوة	$S_1 = 23,44\ kN$	$S_2 = 6,38\ kN$	$S_3 = 20,19$	$S_4 = 14,06$	$S_5 = 1,07\ kN$	$S_6 = 14,88\ kN$
الجهة	جهتها المفروضة صحيحة	عكس الجهة المفروضة	عكس	الجهة صحيحة	عكس الجهة المفروضة	عكس الجهة المفروضة
الحالة	شد T	ضغط C	ضغط C	شد T	ضغط C	ضغط C

المسألة السادسة:

أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من الهيكل المبين في الشكل.

الحل: أولاً نحسب ردود أفعال المساند:

$$\Sigma F_x = X_A + 20 = 0 \Rightarrow X_A = -20\ kN$$

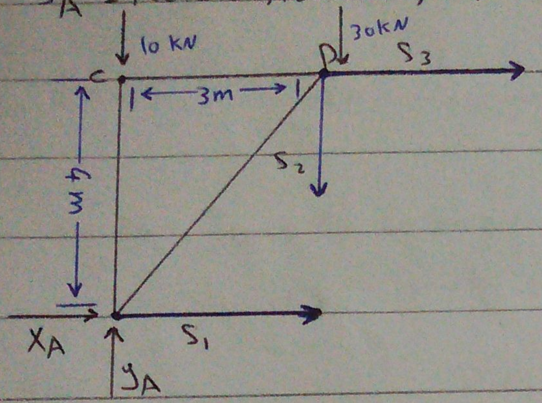


$\sum F_y = Y_A - 10 - 30 - 40 - 40 + R_B = 0 \Rightarrow$ $Y_A = 120 - R_B$ I

$\sum M_{(A)} = -30(3) - 40(6) - 40(9) + R_B(12) - 20(4) = 0 \Rightarrow$

$R_B = \frac{30(3) + 40(6) + 40(9) - 20(4)}{12} = \frac{770}{12} = 64,16$ kN

لايجاد Y_A نعوض في I : $Y_A = 120 - 64,16 = 55,84$ kN



ثانياً: نحسب القوى الداخلية المتولدة في القضبان 3,2,1 بعد إحداث قطع وهمي في الهيكل (نأخذ الجزء الايسر):

$\sum F_x = X_A + S_3 + S_1 = 0 \Rightarrow$

$S_3 = -X_A - S_1$ II

$\sum F_y = Y_A - S_2 - 10 - 30 = 0 \Rightarrow S_2 = Y_A - 40 \Rightarrow S_2 = 55,84 - 40$

$\Rightarrow S_2 = 15,84$ kN ، $\sum M_{(D)} = S_1(4) + 10(3) + X_A(4) - Y_A(3) = 0$

$\Rightarrow S_1 = \frac{-30 + 80 + 167,5}{4} = 54,4$ kN

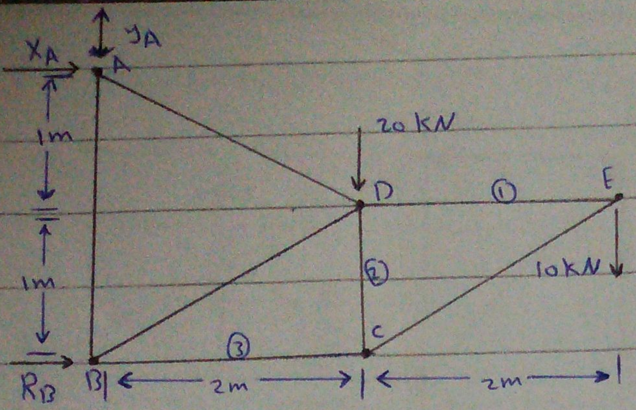
لايجاد S_3 نعوض في II : $S_3 = 20 - 54,4 = -34,4$ kN

$S_3 = (34,4$ kN$)$	$S_2 = (15,84$ kN$)$	$S_1 = (54,4$ kN$)$	القوة
عكس الجهة المفروضة	جهتها المفروضة صحيحة	جهتها المفروضة صحيحة	الجهة
ضغط C	شد T	شد T	الحالة

المسألة السابعة:

أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من

الهيكل المبين في الشكل .



أولاً نحسب ردود أفعال المساند :

$\sum F_x = X_A + R_B = 0 \Rightarrow X_A = -R_B$ I

$\sum F_y = Y_A - 20 - 10 = 0 \Rightarrow Y_A = 30$ KN

$\sum M_{(A)} = -20(2) - 10(4) + R_B(2) = 0$

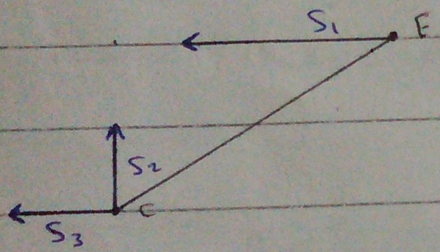
$\Rightarrow R_B = 40$ KN

لإيجاد X_A نعوض في المعادلة I : $X_A = -R_B \Rightarrow X_A = -40$ KN

ثانياً: نحدث قطع وهمي في الهيكل :

نحسب القوى الداخلية المتولدة في القضبان 1,2,3

نأخذ الجزء الأيمن :



$\sum F_x = -S_1 - S_3 = 0 \Rightarrow S_1 = -S_3$ II

$\sum F_y = S_2 - 10 = 0 \Rightarrow S_2 = 10$ KN

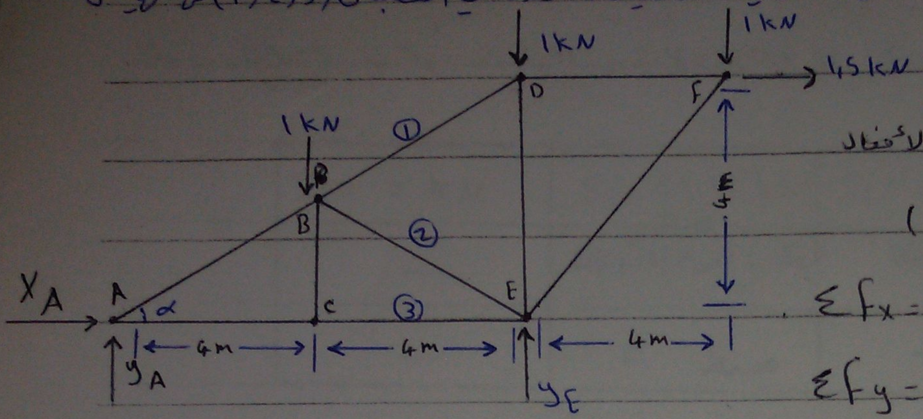
$\sum M_{(c)} = S_1(1) - 10(2) = 0 \Rightarrow S_1 = 20$ KN

لإيجاد S_3 نعوض في المعادلة II : $S_3 = -S_1 \Rightarrow S_3 = -20$ KN

القوة	$S_1 = (20$ KN$)$	$S_2 = (10$ KN$)$	$S_3 = (20$ KN$)$
الجهة	جهتها المفروضة صحيحة	جهتها المفروضة صحيحة	عكس الجهة المفروضة
الحالة	شد T	شد T	ضغط C

المسألة الثامنة :

أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3) من الهيكل المبين في الشكل.



الحل: * أولاً نحسب ردود الأفعال للسند (المتحرك والثابت)

$\Sigma F_x = X_A + 1,5 = 0 \Rightarrow X_A = -1,5\,kN$

$\Sigma F_y = y_A + y_E - 1 - 1 - 1 = 0 \Rightarrow$

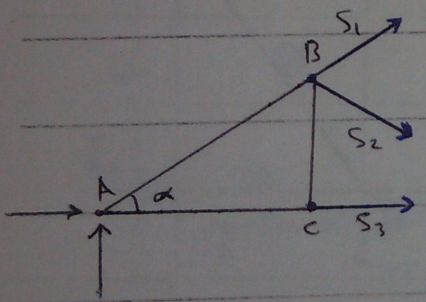
$y_A = 3 - y_E$ (I) , $\Sigma M_{(A)} = -1(4) - 1(8) - 1(12) - 1,5(4) + y_E(8) = 0$

$\Rightarrow y_E = \frac{4+8+12+6}{8} = \frac{7,5}{2} = 3,75\,kN$

لإيجاد y_A نعوض في I : $y_A = 3 - 3,75 = -0,75\,kN$

ثانياً نحدث قطع وهمي في الهيكل ثم نحسب القوى الداخلية المتولدة في القضبان

نأخذ الجزء الأيسر:



from $AD = \sqrt{AE^2 + ED^2} = \sqrt{64+16} = \sqrt{80} =$

$AD = 8,944$

$\sin\alpha = \frac{4}{8,944} = 0,447$

$\cos\alpha = \frac{8}{8,944} = 0,894$

$\Sigma F_x = S_3 + S_1\cos\alpha + S_2\cos\alpha + X_A = 0 \Rightarrow S_2 = \frac{1,5 - S_3 - S_1\cos\alpha}{\cos\alpha}$ II

$\Sigma F_y = y_A - 1 + S_1\sin\alpha - S_2\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_2 = \frac{+y_A \mp 1 + S_1\sin\alpha}{\sin\alpha}$ III

$\Sigma M_{(B)} = S_3(2) - y_A(4) + X_A(2) = 0 \Rightarrow S_3 = 0$

لإيجاد S_1 نقوم بمساواة المعادلتين II و III :

$\frac{1,5 - S_3 - S_1\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{+y_A \mp 1 + S_1\sin\alpha}{\sin\alpha}$

$2S_1 = \frac{1,5}{\cos\alpha} + \left(\frac{-y_A + 1}{\sin\alpha}\right) \Rightarrow 2S_1 = \frac{1,5}{0,894} + \frac{1,75}{0,447} = 1,677 + 3,91 = 5,587$

$\Rightarrow S_1 = \frac{5,587}{2} \simeq 2,8\ kN$

لايجاد S_2 نعوض في المعادلة III : $S_2 = \frac{y_A - 1}{\sin\alpha} + S_1 = -3,91 + 2,8 = -1,12 kN$

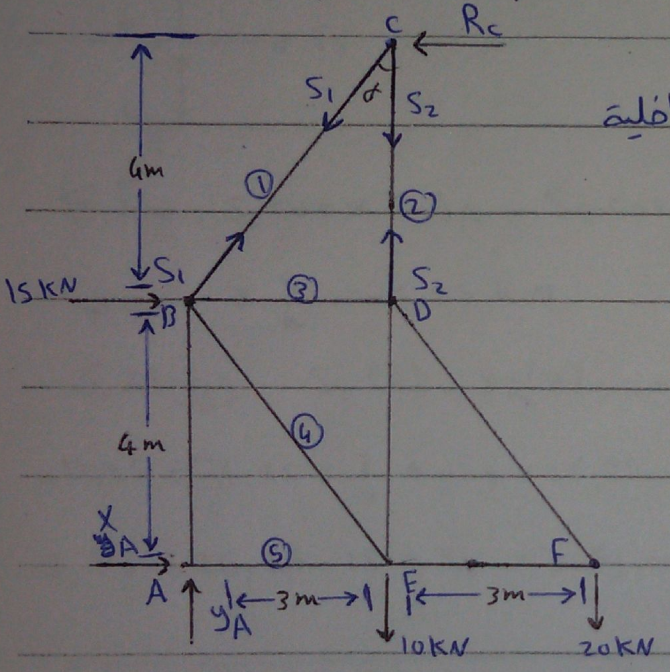
القوة	$S_1 = (2,8\ kN)$	$S_2 = (1,12\ kN)$	$S_3 = 0\ kN$
الجهة	جهتها المفروضة صحيحة	عكس الجهة المفروضة	—
الحالة	شد T	ضغط C	—

* * *

المسألة التاسعة:

1) أوجد بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضيبين (1,2) من الهيكل

2) أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى الداخلية المتولدة في القضبان (3,4,5) من الهيكل.



الحل: * أولاً نحسب ردود أفعال المساند

$\sum F_x = X_A + 15 - R_c = 0 \Rightarrow$

$X_A = R_c - 15 \quad I$

$\sum F_y = y_A - 10 - 20 = 0 \Rightarrow y_A = 30\ kN$

$\sum M_{(A)} = -(15)(4) - 10(3) - (20)(6) + R_c(8) = 0 \Rightarrow R_c = \frac{210}{8} = 26,25\ kN$

لايجاد X_A نعوض في I : $X_A = 26,25 - 15 = 11,25\ kN$

1) ثانياً نحسب بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضيبين (1,2)

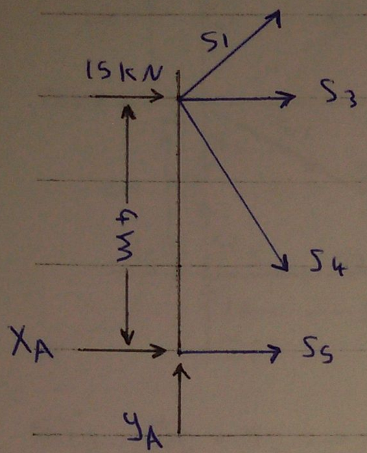
العقدة C : $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$ ، الوتر BC $= \sqrt{9+16} = \sqrt{25} = 5$

$\sum F_x = -R_c - S_1 \sin\alpha = 0 \Rightarrow S_1 = \frac{-R_c}{\sin\alpha} = \frac{-26,25}{\frac{3}{5}} = -26,25 \times \frac{5}{3} =$

$= -43,75\ KN$

$\sum F_y = -S_2 - S_1 \cos\alpha = 0 \Rightarrow S_2 = -S_1 \cos\alpha = +43,75 \times \frac{4}{5} = 35\ KN$

* ثالثاً: نوجد القوى الداخلية المتولدة في القضبان 3 و 4 و 5 من الهيكل. نأخذ الجزء الايسر نقطع القضبان 3 و 4 و 5 ثم نكتب معادلات التوازن.



$\sum F_x = S_5 + S_4 \sin\alpha + S_3 + S_1 \sin\alpha + 15 + X_A = 0$

$S_5 = -S_4 \sin\alpha - S_3 - S_1 \sin\alpha - 15 - X_A$ II

$\sum F_y = S_1 \cos\alpha + Y_A - S_4 \cos\alpha = 0 \Rightarrow S_4 = \frac{S_1 \cos\alpha + Y_A}{\cos\alpha} = \frac{-5}{\frac{4}{5}}$

$S_4 = -5 \times \frac{5}{4} = -6,25\ kN$

$\sum M(B) = S_5(4) + X_A(4) = 0 \Rightarrow S_5 = -X_A = -11,25\ kN$

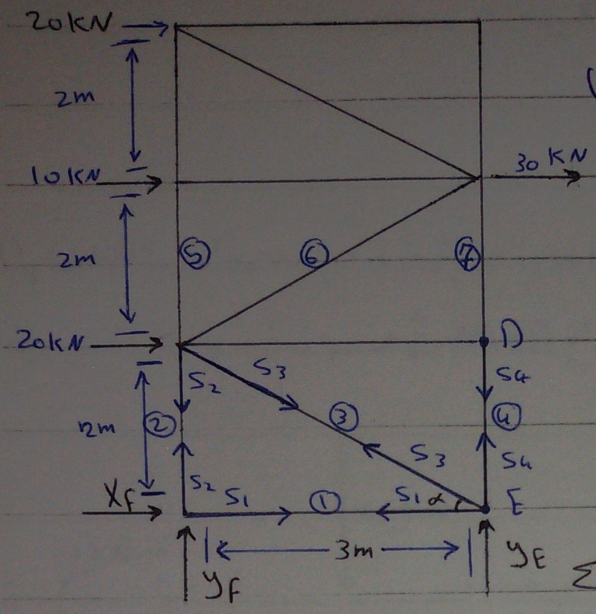
لإيجاد S_3 نعوض في II :

$-11,25 = 6,25 \times \frac{3}{5} - S_3 + 26,25 - 15 - 11,25$

$3,75 + 26,25 - 15 = S_3 \Rightarrow S_3 = 15\ KN$

$S_5 = (11,25)$ KN	$S_4 = (6,25)$ KN	$S_3 = (15)$ KN	$S_2 = (35)$	$(43,75\ KN) = S_1$	القوة
عكس الجهة المفروضة	عكس الجهة المفروضة	الجهة المفروضة صحيحة	الجهة المفروضة صحيحة	عكس الجهة المفروضة	الجهة
ضغط C	ضغط C	شد T	شد T	ضغط C	الحالة

المسألة العاشرة:



① أوجد بطريقة فصل العقد القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (1,2,3,4) من الهيكل المبين في الشكل.

② أوجد بطريقة قطع الهيكل القوى المحورية الداخلية المتولدة في القضبان (5,6,7) من الهيكل.

نحسب ردود أفعال المساند:

$\Sigma F_x = X_F + 20 + 10 + 30 + 20 = 0 \Rightarrow X_F = -80\ kN$

$\Sigma F_y = y_F + y_E = 0 \Rightarrow \boxed{y_F = -y_E \quad I}$ ، $\Sigma M_{(F)} = y_E(3) - 20(6) - 10(4) - 30(4) - 20(2) = 0 \Rightarrow y_E = \frac{320}{3} = 106,66 \Rightarrow y_F = -106,66$

① العقدة F :

$GE = \sqrt{9+4} = \sqrt{13}$ ، $\sin\alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$ ، $\cos\alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$

$\Sigma F_x = X_F + S_1 = 0 \Rightarrow S_1 = -X_F \Rightarrow S_1 = 80\ kN$

$\Sigma F_y = y_F + S_2 = 0 \Rightarrow S_2 = -y_F \Rightarrow S_2 = 106,66\ kN$

العقدة E :

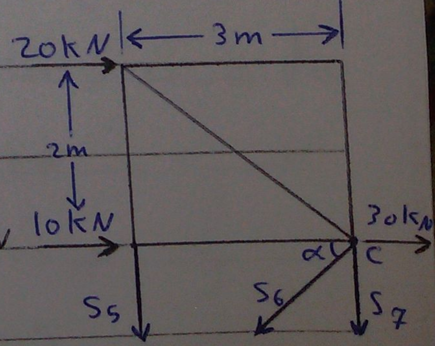
$\Sigma F_x = -S_1 - S_3\cos\alpha = 0 \Rightarrow S_3 = \frac{-S_1}{\cos\alpha} = \frac{-80}{\frac{3}{\sqrt{13}}} = 96,15\ kN$

$\Sigma F_y = y_E + S_4 + S_3\sin\alpha = 0 \Rightarrow S_4 = -y_E - S_3\sin\alpha = -106,6 - 53,3 = 53,3\ kN$

② نحدث قطع في الهيكل ونأخذ الجزء الاعلى

$\Sigma F_x = 20 + 10 + 30 - S_6\cos\alpha = 0 \Rightarrow$

$S_6 = \frac{60}{\cos\alpha} = \frac{60\times\sqrt{13}}{3} = 72,11\ kN$



$\Sigma F_y = -S_5 - S_6\sin\alpha - S_7 = 0 \Rightarrow \boxed{S_7 = -S_5 - S_6\sin\alpha \quad II}$

$\Sigma M_{(C)} = -20(2) + S_5(3) = 0 \Rightarrow S_5 = \frac{40}{3} = 13,3\ kN$

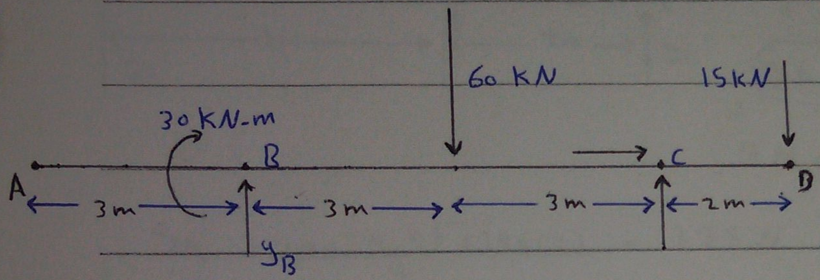
$S_7 = -S_5 - S_6\sin\alpha \Rightarrow S_7 = -13,3 - 39,9 = 53,2\ kN$

مسائل المستوي

المسألة الأولى:

يخضع الذراع ABCD الموضح بالشكل المجاور لتأثير قوى موزعة ومركزة بالإضافة إلى مزدوجة والمطلوب: رسم مخطط الجسم الحر للذراع ABCD ثم حساب ردي فعل المسندين B و C

الحل:



$\Sigma F_x = X_c = 0$

$\Sigma F_y = Y_B + Y_c - 60 - 15 = 0 \Rightarrow$

$Y_B = 75 - Y_c \quad I$

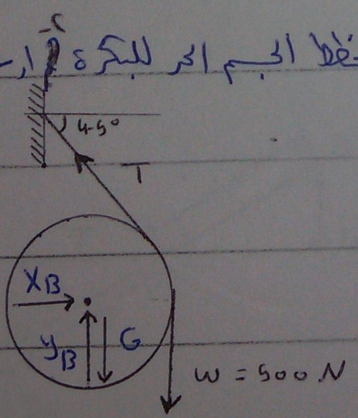
$\Sigma M_{(c)} = -30 - Y_B(6) + 60(3) - 15(2) = 0 \Rightarrow Y_B = \frac{-30+180-30}{6} = 20\,kN$

لإيجاد Y_B نعوض بالمعادلة I: $Y_B = 75 - 20 = 55\,kN$

المسألة الثانية:

يبين الشكل المجاور عمود AC مثبت عليه بكرة بواسطة المفصل B بفرض أن وزن العمود يساوي 200N ووزن البكرة 500N المطلوب: 1- ارسم مخطط الجسم الحر للبكرة 2- ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ABC

3) ثم احسب ردود أفعال المفاصل A و B و C.



الحل: ~~[illegible]~~

$\Sigma F_x = X_B - T\cos 45 = 0 \Rightarrow$

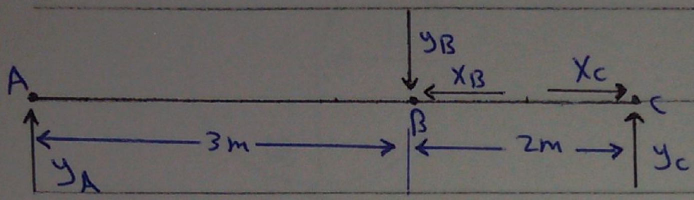
$X_B = T\cos 45 \quad I$ ، $\Sigma F_y = Y_B - w + T\sin 45 = 0 \Rightarrow$

$$y_B = 500 - T\sin 45 + G \quad \text{II}$$

وبما أن $T = w = 500^N$ نعوض في I و II

$x_B = 500 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 354\,N$ ، $y_B = 500 - 500\frac{\sqrt{2}}{2} + 50 = 196\,N$

الذراع ABC



$\Sigma F_x = X_c - X_B = 0 \Rightarrow X_c = X_B = 354\,N$

$\Sigma F_y = y_A - G_1 - y_B + y_c \Rightarrow$

$$y_A = -y_c + 200 + 196 \quad \text{III}$$

$\Sigma M_{(c)} = -y_A(5) + 200(2{,}5) + 196(2) = 0$

$y_A = \frac{200(2{,}5) + 196(2)}{5} = 178\,N$

لإيجاد y_c نعوض في المعادلة III :

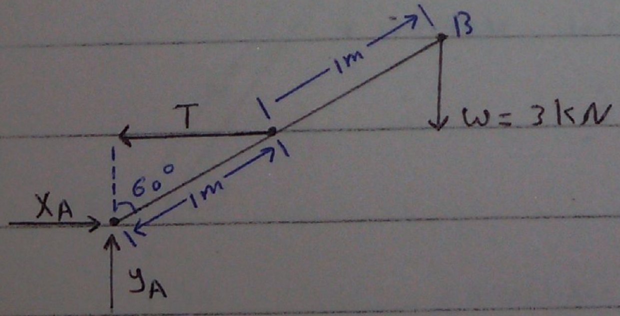
$y_c = -y_A + 396 \Rightarrow y_c = 218\,N$

المسألة الثالثة:

يثبت الذراع AB في النقطة A بواسطة مفصل ثابت ثم يربط مع الحائط بواسطة كبل أفقي CD ثم يعلق حملاً وزنه $W = 3kN$ كما هو مبين في الشكل. المطلوب ما يلي:

1- ارسم مخطط الجسم الحر للذراع AB

2- حساب قوة الشد المتولدة في الكبل وكذلك ردود فعل المسند A



$\Sigma F_x = X_A - T = 0 \Rightarrow X_A = T \quad \text{I}$

$\Sigma F_y = y_A - w = 0 \Rightarrow y_A = 3\,kN$

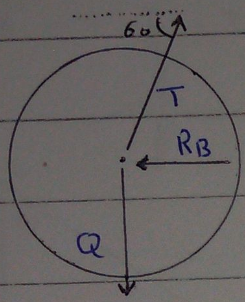
$\Sigma M_{(A)} = T\cos 60(1) - 3(2)\sin 60 = 0 \Rightarrow T = 2\times3\times2\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$

$= 10{,}39\,N$

لايجاد X_A نعوض في I : $X_A = T \Rightarrow X_A = 10,39$ kN

المسألة الرابعة:

كرة متجانسة وزنها $Q = 80\,N$ ونصف قطرها 30cm ترتبط مع الحائط بواسطة حبل يصنع مع خط الأفق زاوية مقدارها 60° : ارسم مخطط الجسم الحر للبكرة ثم احسب قوة الشد المتولدة في الكبل ورد فعل الجدار في النقطة B .



الحل:

$\Sigma F_x = -R_B + T\cos 60 = 0 \Rightarrow R_B = T\cos 60$ I

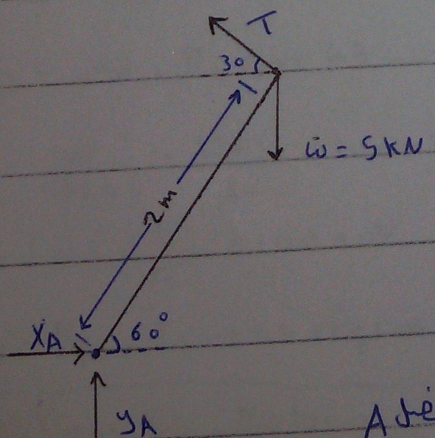
$\Sigma F_y = T\sin 60 - Q = 0 \Rightarrow T = \frac{80}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 92,4\,N$

لايجاد R_B نعوض في I :

$R_B = 92,4 \times \frac{1}{2} = 46,2\,N$

المسألة الخامسة:

يعلق حمل في الطرف B من الذراع AB بمساعدة سلك يلتف على بكرة عديمة الاحتكاك، تؤثر في نهاية السلك الحر قوة الشد T للحفاظ على توازن الذراع كما هو مبين في الشكل. كما يثبت الذراع في النقطة A بواسطة مفصل ثابت ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ثم عين قوة الشد T ورد فعل المفصل A



الحل:

$\Sigma F_x = X_A - T\cos 30 = 0 \Rightarrow X_A = T\cos 30$ I

$\sum F_y = y_A - w + T\sin 30 = 0 \Rightarrow y_A = 5 - T\sin 30 \quad \text{II}$

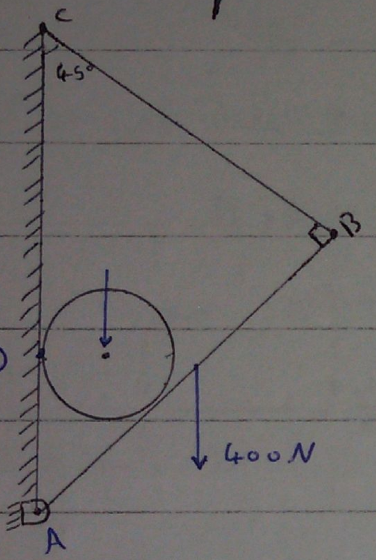
$\sum M_{(A)} = -w\cos 60\,(2) + T(2) = 0 \Rightarrow T = \frac{5 \times \frac{1}{2} \times 2}{2} = 2{,}5\ kN$

لإيجاد y_A و x_A نعوض في I و II :

$x_A = 2{,}5 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2{,}17\ kN$

$y_A = 5 - 2{,}5 \times \frac{1}{2} = 3{,}75\ kN$

★ ★ ★



المسألة السادسة:

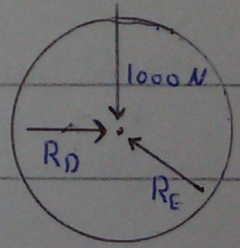
كرة متجانسة وزنها 1000 N تستند إلى جدار أملس وترتكز على ذراع طوله 5m ووزنه 400N كما يصنع مع خط الأفق زاوية مقدارها 45° وذلك بمساعدة السلك BC والمطلوب هو: ارسم مخطط الجسم الحر للكرة ثم حدد رد فعل الجدار وقوة ضغط الكرة على الذراع ارسم مخطط الجسم الحر للذراع ثم احسب قوة الشد الناشئة في السلك.

الحل:

$\sum F_x = R_D - R_E \sin 45 = 0$

$R_D = R_E \sin 45$

$\sum F_y = -w + R_E \cos 45 = 0$



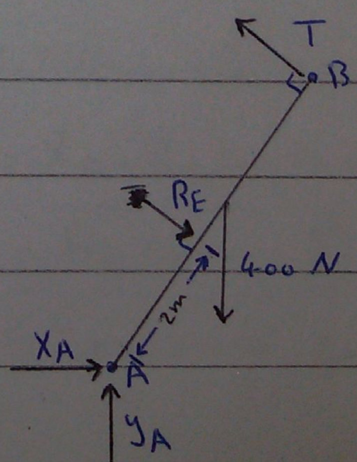
$R_E = \frac{w}{\cos 45} = \frac{1000}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 1000 \times \sqrt{2} = 1414\ N$

نعوض في I : $R_D = 1414 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 1000\ N$

ذراع: $\sum F_x = X_A - T\cos 45 + R_E \cos 45 = 0$

$X_A = T\cos 45 - 1000 \quad \text{II}$

$\sum F_y = y_A - Q + T\sin 45 - R_E \sin 45 = 0$



$\Rightarrow Y_A = -T\sin 45 + 1400$

$\Sigma M_{(A)} = -R_E(2) + T(5) - Q\cos 45(2,5) = 0 \Rightarrow T = \frac{2828+707}{5}$

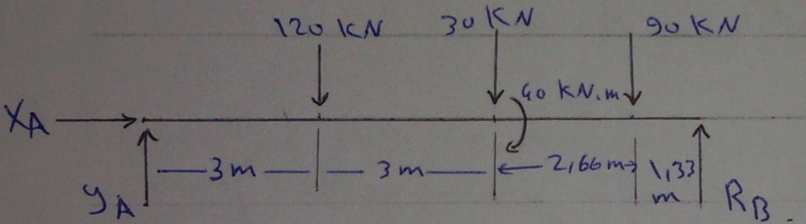
$= 707\,N$

لإيجاد Y_A و X_A نعوض في المعادلتين II و III :

$Y_A = 707 \times \frac{1}{\sqrt{2}} + 1400 = -500 + 1400 = 900\,N$ / $X_A = 707 \times \frac{1}{\sqrt{2}} - 1000 = -500\,N$

المسألة الثامنة :

ليكن الذراع AB الموضح في الشكل المجاور على مسندين أحدهما مفصلي ثابت والآخر متحرك ويخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل احسب ردي فعل المسندين A و B .



$\Sigma F_x = X_A = 0$

$\Sigma F_y = Y_A - 120 - 30 - 90 + R_B = 0$

$\Rightarrow Y_A = 240 - R_B \quad I$

$\Sigma M_{(A)} = -120(3) - 30(6) - 90(8,66) - 40 + R_B(10) = 0 \Rightarrow$

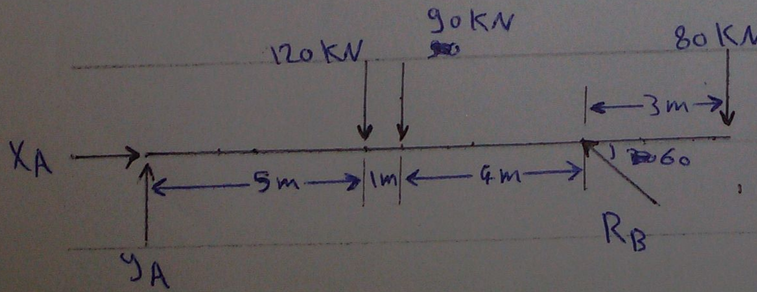
$R_B = \frac{1359,4}{10} = 136\,KN$

لإيجاد Y_A نعوض بالمعادلة I :

$Y_A = 240 - 136 = 104\,KN$

المسألة التاسعة :

أوجد ردي فعل المسندين A و B إذا علمت أن الجائز يخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل



$\Sigma F_x = X_A - R_B\cos 60 = 0 \Rightarrow$

$X_A = R_B\cos 60 \quad I$

$\Sigma F_y = Y_A - 120 - 90 - 80 + R_B\sin 60 = 0$

$$Y_A = 290 - R_B \sin 60 \quad \text{II}$$

$$\sum M_{(A)} = -120(5) - 90(7) - 80(13) - R_B \sin 60 \,(10) = 0 \Rightarrow$$

$$R_B = \frac{2270}{8,66} = 262$$

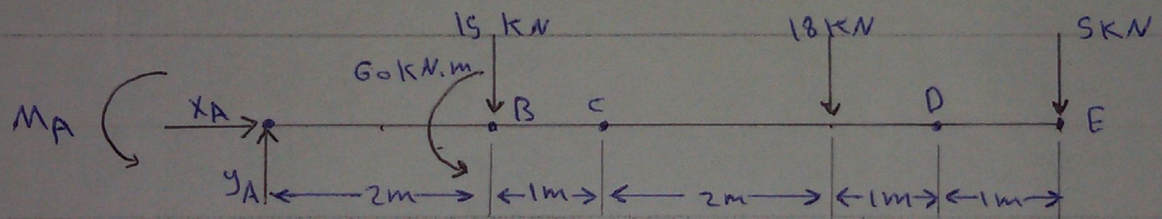
لإيجاد X_A و Y_A نعوض بالمعادلات I و II :

$$X_A = 262 \times \frac{1}{2} = 126 \text{ KN}$$

$$Y_A = 290 - 262 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 290 - 218 = 72 \text{ KN}$$

المسألة العاشرة :

يثبت الذراع AE بشكل صلب من طرف واحد في الجدار ويخضع لتأثير القوى المبينة في الشكل ، احسب ردا الفعل في نقطة التثبيت A .



$$\sum F_x = X_A = 0 \Rightarrow X_A = 0$$

$$\sum F_y = Y_A - 15 - 18 - 5 = 0 \Rightarrow Y_A = 38 \text{ kN}$$

$$\sum M_{(A)} = M_A + 60 - 15(2) - 18(5) - 5(7) = 0 \Rightarrow M = 95 \text{ KN-m}$$

ملاحظات في حل مسائل التوازن

أولاً: مسائل القوى المستوية (الطريقة التحليلية):

مسائل القوى المستوية في الخط الأول منها:

يتوجب على الطالب رسم الشكل من ورقة السؤال إلى ورقة الإجابة على الفور عند تسلمه أسئلة الامتحان ومن ثم يرسم عليها ردود الأفعال عند المساند

وهنا هنالك عدة حالات:



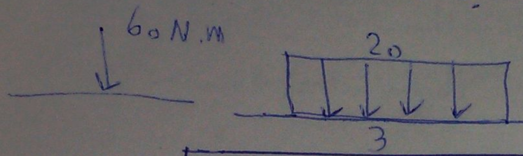
أ- إذا كان المسند متحرك "يكون في أسفله عجلات" فيكون رد الفعل عليه يعامد المستقيم والمنحنى الذي يستند عليه المسند المتحرك "أي له رد فعل وحيد"

ب- إذا كان المسند ثابت فيكون عليه ردي فعل أحدهما على X و يسمى R_x والآخر على Y ويسمى R_y ويحدد الطالب اتجاههما الموجب كيفما يشاء سواء R_x إلى اليمين أو اليسار، أو R_y إلى الأعلى أو الأسفل

ج- إذا كان هنالك مسند ثابت يتصل مع سلك أو مثبت عليه سلك أو يتصل بساق مهملة الوزن فيكون هنا رد الفعل R واقع على الخيط نفسه أو على الساق نفسها ويكون اتجاهه إما للأعلى أو للأسفل كلا الافتراضين صحيحين

ثانياً:
بعد شرح كيف نضع ردود الأفعال في المساند على الرسمة، نشرح كيفية حل هكذا نمط من الطلبات التي تطلب حساب ردود الأفعال المجهولة في حالة السكون

في بداية الحل:
نقوم بإيجاد القوة Q التي هي $Q = q \cdot L$ في المستطيل موقعها المركز الهندسي للمستطيل الذي يقع في منتصف ذلك المستطيل



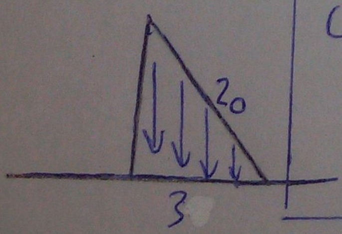
$Q = 20 \times 3$
$Q = 60 N.m$

q هي قوة وحيدة من القوى الموزعة L هي طول ذلك المستطيل، و Q هي محصلة القوى الموزعة التي ترسم بشكل أشعة متوازية تأتي على شكل مستطيل أو مثلث قائم "لقسم الطاقة المثلث القائم محذوف"

أما بالنسبة للمثلث القائم فيصبح قانون إيجاد ال Q:

$Q = \frac{1}{2} q \cdot L$

حيث L: هو ارتفاع المثلث



تقع Q في المركز الهندسي للمثلث القائم والذي هي نقطة تلاقي المتوسطات لهذا المثلث وتكون جهتها من جهة q أما أبعادها فتبعد عن رأس كل نقطة من المثلث ثلثي الارتفاع $(\frac{2}{3} L)$ و تبعد عن الأضلاع ثلث ارتفاع المثلث $(\frac{1}{3} L)$

$Q = \frac{1}{2} q \cdot L$

$= \frac{1}{2} 20 \cdot 3 \Rightarrow Q = 60 N.m$

الطريقة البيانية أو التخطيطية :

* يجب أن تجمع ثلاث قوى في نقطة واحدة حتى يتحقق شرط التوازن ويجب كي نبدأ في بالية خطوة أن تحوي الأسهم عن قوة «استطاع القوة» واحد على الأقل معلوم

* ومن ثم نقوم بغلق الأسهم الثلاث للقوى الملتقية على شكل مضلع مغلق

* نقوم بعدها بتحديد الزوايا بما يوافق مضلع القوى مباشرة من الرسمة الموضحة في الشكل والزوايا المعلومة المساعدة في الشكل والزوايا المعلومة المساعدة في الشكل بحيث يكفي حساب زاويتين فقط من زوايا الثلاث للمثلث والزاوية الثالثة نقوم بحسابها من خلال علاقة مجموع زوايا المثلث .

* نطبق قاعدة لامي «الجيوب» حتى نقوم بحساب القوى المجهولة

ملاحظة :
يجب حل عدة مسائل حتى تحصل على سهولة ومرونة في عملية الحل

بعد الانتهاء من حساب القوى الموزعة إن وجدت في رسمة المسألة نقوم بالتالي:
نكتب معادلات التوازن الثلاث:
نبدأ بحساب القوى الإنسحابية :

1- مسقط جميع القوى الموجودة لدي في المسألة على X

2- مسقط جميع القوى الموجودة لدي في المسألة على Y

نحسب القوى الدورانية "العزوم" :
تعريف العزم : هو القوة بالذراع الشاقولية على حامل القوة
مجموع العزوم للقوى الموجودة لدي في المسألة حول النقطة التي تصل لمسند يكون عليه أكثر قوى مجهولة

ملاحظة :
ينعدم العزم عندما يكون حامل القوى ينطبق على محور الدوران أو يعامد محور الدوران

بعد كتابة معادلات التوازن وحساب قيم R_B و R_x و R_y
يجب التنبه لملاحظة هامة جداً : من الخطأ أن يكون رد الفعل سالب في المسند المتحرك ، أما في المسند الثابت إذا كانت ردود الأفعال سالبة فلا مشكلة ونكتب بعدما تكون سالبة أن الجهة خاطئة والجهة الصحيحة عكس الجهة المفروضة فقط لا غير ولا نقوم بتغيير الجهة على الرسمة

ثالثاً : بعد حساب R_x و R_y نقوم بتحصيلها عن طريق العلاقة التالية :

$$R_A = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

وهو قانون تحصيل الشعاعين المتعامدين

ملاحظات حول طريقة حل مسائل الهيكل المشبكي

قد يأتي سؤال نظري يطلب منه برهان بأن الهيكل متماسك أو ستاتيكي وهنا يجب

عليك حفظ القانون التالي : $M + 3 = 2 . N$

ملاحظة:

RBC's

N هي عدد العقد

M عدد الأضلاع

يجب أن تتحقق المساواة كي يصبح الهيكل المشبكي متماسك

لحساب الطلب الأول في مسألة الهياكل وهو إيجاد ردود الأفعال للمساند سواء كانت ثابتة أم متحركة فلا نحتاج لقطع أية جزء من الهيكل، ويتوجب رسم الرسمة ومن ثم تعيين ردود الأفعال على الرسمة في ورقة الإجابة

> للمساند الثابتة : ردي فعل ، وللمساند المتحركة : رد فعل واحد
> هناك حالة خاصة لدى المسند الثابت إذا ما كان متصل
> بخيط مهمل الكتلة تخرج من الهيكل المشبكي فيكون رد الفعل واحد
> فقط على الخيط سواء اتجاهه لأعلى الخيط أم لأسفله

طبعاً يتم حساب ردود الأفعال عن طريق الإسقاط على X ومن ثم Y ومن ثم العزوم حول المسند الذي يحوي أكثر ردود أفعال مجهولة كما تم الذكر في الملاحظات لحل مسائل القوى المستوية .

الطلب الثاني : يلزمنا السؤال بطريقة معينة لحساب القوى الداخلية ضمن الهيكل .

طريقة تقطيع العقد: وهنا يطلب السؤال قوى مختلفة ضمن الهيكل

ويجب اتباع التالي في اختيار العقد المناسبة.

- نبدأ بالعقد التي تكون على أطراف الهيكل

- يجب اختيار عقدة تحوي معلوم واحد على الأقل

- وعلى أن تكون العقدة ذات أضلاع معها مجهولين فقط.

- وعند رسم العقدة وتسميتها، لو فرضنا بالعقدة الأولى يجب وضع عليه فوراً القوى الخارجية

مثل: ردود الأفعال أو القوى P بالاتجاه المفروض لدينا ضمن المسألة.

- ومن ثم نضع القوى الداخلية المحيطة بالعقدة فقط مثال S_1 أو S_2 حسب ترقيم القوى ضمن الهيكل ويجب أن يكونوا حصراً خارجين من العقدة أي «القوى داخلية»

أما القوى الخارجية كما ذكرنا لا بأس من أن تكون باتجاه العقدة إذا كانت المسألة مفروضة

طبعاً هذا ينطبق على جميع العقد الأخرى:

ونقوم بإسقاط القوى في العقدة على X ومن ثم على Y فقط نقوم بحساب القوى ولا نحتاج هنا لمعادلة عزوم

ومن ثم ننتقل إلى أحد العقد آخذين بعين الاعتبار الملاحظات السابقة لكل عقدة حتى نصل للمطلوب سنا في حساب القوى الداخلية للهيكل.

طريقة قطع الهيكل ولدينا فيها بعض الملاحظات:

- نقطع بخط مستقيم بعيد عن التعرج على أن يقطع ثلاث أضلاع فقط» أي لا يجب ألا يقطع إثنين وأربعة، ولا يجب أن يقطع بشكل منحني متعرج وإنما مستقيم يدخل من الهيكل الشبكي ويخرج منه حصراً»

RBCs

- بعد القطع نقوم بحذف الجزء المقطوع سواء من على يمين أو فوق القطع أو على يسارة أو أسفله حسب السهولة.

وبعد القطع نرسمه مقطوع ونضع عليه القوى المناسبة والقوى التي حذفت مع الجزء المقطوع تحذف ولا توضع على الرسم

ونكون هنا القوى الداخلية المقطوعة والمطلوبة في المسألة جهتها خارجة من الهيكل ومن ثم نقوم بحسب مسقطهم على X ثم على Y ومن ثم العزم حول العقدة التي تحوي على قوى أكثر

وبذلك نكون حسبنا القوى المطلوبة عن طريق هذه الحالة

RBC's